

磷素水平对不同大豆品种钾素吸收效率的影响^{*}

蔡柏岩^{1, 2} 葛菁萍¹ 金惠玉² 刘丽君³ 祖伟³

(1. 黑龙江大学, 哈尔滨 150080; 2. 黑龙江东方学院, 哈尔滨 150086; 3. 东北农业大学, 哈尔滨 150030)

摘要 通过原子吸收分光光度计法研究了施磷量对不同大豆品种各器官及全株吸收钾素营养的影响, 结果表明: 施磷量对不同大豆品种植株及各器官钾素含量有较大影响。不同品种不同处理全株及各器官钾素含量从分枝期逐渐增加, 开花期达到高峰, 随后下降至成熟期; 同一品种不同处理间钾素含量三个品种都是 P_{10} 处理全株及各器官钾素含量最高, 整个生育期高磷或不施磷都会影响钾素含量, 只有适宜的施磷才能促进钾素含量达到最高峰。同一处理不同品种全株及各器官钾素含量在品种间没有明显的变化规律。

关键词 大豆; 磷素水平; 钾素含量

中图分类号 S 565. 101 文献标识码 A 文章编号 1000 - 9841(2006)01 - 0042 - 06

磷和钾是作物的主要营养元素, 常因供应不足而影响作物的产质量。磷与钾能防治生理性病害, 增强作物抵抗病原微生物侵入的能力。磷与钾还能使防止侵入作物体内的病原微生物发病。磷和钾对大豆的产量和品质皆有良好的作用, 但也不是越多越好。本实验在研究不同供磷水平下不同大豆品种钾素吸收效率的基础上, 分析了不同大豆品种的钾含量和利用特性, 为专用优质品种在生产上发挥高效特性提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

选用近年来黑龙江省推广面积较大并具有代表性的品种作为试验材料, 包括东农 42(高蛋白品种)、东农 46(高油品种)和合丰 25(中间型品种)。

1.2 试验设计

试验于 2003 年在哈尔滨工业大学糖业研究院试验站进行。在田间自然光照条件下采用盆栽, 每盆装入风干土 12.5kg, 土壤装盆后与尿素、硫酸钾、磷酸二铵三种肥料混匀。施肥设施 N 量为 75kg/hm², 施 K₂O 量为 75 kg/hm², 施 P₂O₅ 量为 0、75、150、225kg/hm² 4 个水平(以 667m² 为单位计为

P₀、P₅、P₁₀、P₁₅), 3 个大豆品种, 共 12 个处理, 试验采用二因素随机区组设计, 每个处理种 30 盆, 总计 360 盆。5 月初播种, 每盆定植 3 株, 管理同生产田, 生育期正常浇水除草。在分枝期、开花期、结荚期、鼓粒期、成熟期取样测定, 于 9 月中旬收获。土壤基础肥力为有机质 25.57g/kg、全 N 1.73g/kg、全 P 0.66g/kg、全 K 23.2g/kg、碱解 N 140.1mg/kg、速效 P 19.44mg/kg、速效 K 201mg/kg, pH 6.9。采用 TAS - 986 原子吸收分光光度计(北京普析通用仪器有限责任公司)测钾。

2 结果与分析

2.1 全株钾素含量变化动态

同一品种不同处理之间全株钾素含量变化存在差异, 东农 42 在分枝期全株钾素含量随施磷量增加而增加, 从花期至成熟期 P_{10} 处理钾素含量最高, 其次为 P_5 或 P_{15} 处理, P_0 处理含量最少(表 1); 合丰 25 在分枝期各处理间全株钾素含量差异很小, 开花期至结荚期随施磷量增加植株含钾量逐渐增加, 鼓粒期至成熟期 P_{10} 处理全株钾素含量最高, 其次为 P_5 或 P_{10} 处理(表 1); 东农 46 在分枝期植株含钾量随施磷量增加而增加, 开花期至成熟期 P_{10} 处理植

^{*} 收稿日期: 2004 - 12 - 13

项目来源: 黑龙江省教育厅资助项目(10543074)。

作者简介: 蔡柏岩(1968 -), 男, 讲师, 博士, 主要从事作物生理生态及营养方面研究。

通讯作者: 蔡柏岩, 祖伟教授。

株含钾量最高(图 1)。从以上三个品种全株含钾量看,花期前磷素对钾素的促进作用明显,基本是随施磷量增加植株含钾量增加,花期后三个品种都是 P_{10} 处理植株钾素含量最高, P_5 或 P_{15} 处理次之,植株钾素含量高的收获时表现为单株产量、蛋白质、脂肪含量也高,高蛋白品种和中间型品种表现最为明显,高油品种是 P_5 处理单株产量和蛋白质含量最高,说明大豆生长后期适宜的施磷有利于钾素的积累,有利于增加产量和提高品质。在实际生产中只有施用适量的磷肥并配以合适的氮肥和钾肥,植株才会表现出较高的钾素积累,有利于产质量的提高。

内东农 42 和东农 46 全株钾素含量差异不明显,但两个品种全株含钾量都高于合丰 25(图 2),说明高蛋白品种和高油品种在生育期内需钾量都高于中间型品种,优质品种对钾素的反应更为敏感,钾素有利于促进蛋白质和脂肪合成。

不同品种不同处理间整个生育期全株钾素含量变化都有相同的趋势,从分枝期开始逐渐增加,开花期达到最高峰,然后缓慢下降,鼓粒期达到第二高峰,随后下降至成熟期,整个生育期出现了双高峰(表 1)。开花期和鼓粒期是大豆生长过程中对养分最敏感的时期,从全株钾素的含量变化趋势看符合大豆需肥规律。

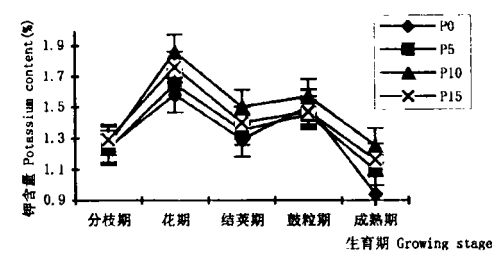


图 1 东农 46 不同磷处理全株钾素含量变化动态
Fig. 1 The potassium content change trend in the whole plant of Dongnong 46 with different phosphorus treatments

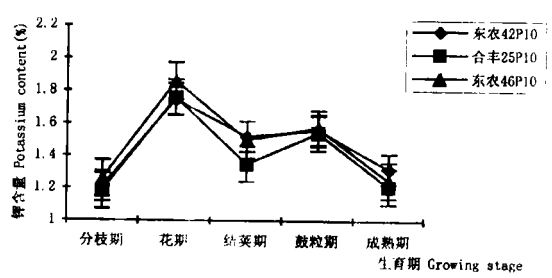


图 2 三个品种 P_{10} 处理全株钾含量变化动态
Fig. 2 The potassium content change trend in the whole plant of three cultivars with P_{10} treatment

2.2 根部钾素含量变化

同一品种不同处理间根部全钾含量表现不尽相同,东农 42 在分枝期处理间根部 K 素含量差异不大,从开花期至成熟期始终是 P_{10} 处理根部含 K 量最高,其次为 P_5 处理;合丰 25 在生育期内始终是 P_5 处理根部含 K 量最高;东农 46 在生育期内根部含 K 量趋势是 $P_{15} > P_{10} > P_5 > P_0$ (图 3),始终是高 P 处理根部 K 素含量最高,说明高油品种施 P 量高越有利于根部获得较高钾素含量,这与高油品种需磷多是相适应的,而高蛋白品种和中间型品种只有适宜的施磷才有利于根部获得高钾含量,高磷或低磷对根部钾素含量都有影响,施磷以适量为好。

后逐渐降低至成熟期。品种和处理间以 $42P_{10}$ 、 $25P_5$ 、 $46P_{15}$ 三个组合根部含钾量最高。

2.3 茎部钾素含量变化

同一品种不同处理间茎部全钾含量生育期内表现不同,东农 42 在分枝期茎部钾素含量差异不明显,进入花期后,茎部钾的含量以 P_{10} 处理最高, P_5 、 P_{15} 居中, P_0 最少;合丰 25 在分枝期钾的含量随施磷量增加而增加,花期 P_{10} 处理茎部含钾量最高,结荚期至成熟期 P_{15} 处理茎部含钾量最高,其次为 P_{10} 、 P_5 、 P_0 处理;东农 46 在分枝期是随施磷量增加茎部含钾量增加,开花期至成熟期茎部全钾含量以 P_{10} 最多,具体表现为: $P_{10} > P_5 > P_{15} > P_0$ (图 5)。由此可见,中间型品种在生育期基本是 P_{15} 处理有利于茎部钾素的积累,高蛋白品种和高油品种是 P_{10} 处理有利于茎部获得高含钾量。

同一处理不同品种间根部钾素含量表现为,以 P_{10} 处理为例,花期前根部钾素含量东农 46 > 东农 42 > 合丰 25,花期后根部钾素含量东农 42 > 东农 46 > 合丰 25(图 4),高蛋白品种和高油品种根部含钾量高于中间型品种。其它处理与 P_{10} 处理相类似。

同一处理不同品种间茎部钾素含量表现为,以 P_{10} 处理为例,生育期内基本是东农 42 茎部钾素含量最高,其次是东农 46,合丰 25 含钾量最低(图 6),说明高蛋白和高油品种积累钾素能力强,需钾量大于中间型品种,进一步证明优质品种对钾反应敏感,适宜的钾有利于蛋白质和脂肪的合成。

不同品种不同处理间根部钾素含量表现为,东农 42 和合丰 25 分枝期根部全钾含量最高,然后随着生育进程全钾含量逐渐降低;东农 46 从分枝期至开花期根部全 K 含量逐渐升高,花期达到高峰,然

表 1 不同大豆品种生育期各器官钾素含量(占干物质%)

Table 1 Potassium content in different organs of different soybean cultivars on each development stage(%)

生育期 Development stage	器官 Organ	P ₀			P ₅			P ₁₀			P ₁₅		
		东农 42	合丰 25	东农 46	东农 42	合丰 25	东农 46	东农 42	合丰 25	东农 46	东农 42	合丰 25	东农 46
		Dong nong 42	He feng 25	Dong nong 46	Dong nong 42	He feng 25	Dong nong 46	Dong nong 42	He feng 25	Dong nong 46	Dong nong 42	He feng 25	Dong nong 46
分枝期 Branching stage	根(Roots)	1.31 AB	1.30 AB	1.30 AB	1.33 AB	1.32 AB	1.26 BC	1.32 AB	1.17 C	1.34 AB	1.35 AB	1.17 C	1.36 A
	茎(Stems)	1.27 AB	1.2 4B	1.25 B	1.28 AB	1.25 B	1.28 AB	1.25 B	1.26 AB	1.29 AB	1.28 AB	1.28 AB	1.35 A
	叶(Leaves)	1.15 BC	1.10 C	1.20 AB	1.16 ABC	1.10 C	1.20 AB	1.15 BC	1.15 BC	1.22 AB	1.20 AB	1.15 BC	1.25 A
	株(Whole plants)	1.22 AB	1.19 B	1.24 AB	1.23 AB	1.18 B	1.23 AB	1.21 AB	1.18 B	1.26 AB	1.25 AB	1.18 B	1.29 A
开花期 Flowering stage	根(Roots)	1.16 D	1.23 D	1.43 B	1.24 D	1.24 D	1.45 B	1.35 B	1.23 D	1.57 A	1.15 D	1.13 D	1.59 A
	茎(Stems)	1.57 E	1.68 CD	1.47 E	1.60 D	1.72 BC	1.56 E	1.95 A	1.81 B	1.79 B	1.76 BC	1.77 BC	1.76 BC
	叶(Leaves)	1.63 GH	1.54 H	1.77 EF	1.71 FG	1.74 EF	1.83 DE	2.14 A	2.06 AB	2.10 A	1.98 BC	2.06 AB	1.92 CD
	株(Whole plants)	1.50 E	1.51 E	1.58 DE	1.55 DE	1.59 DE	1.65 CD	1.75 BC	1.76 AB	1.86 A	1.71 BC	1.79 AB	1.76 AB
结荚期 Pod setting stage	根(Roots)	1.10 AB	0.89 DEF	0.79 E	1.11 AB	1.01 BC	0.86 EF	1.18 A	0.93 CDE	0.95 CDE	1.13 A	0.96 CDE	0.97 CD
	茎(Stems)	1.09 DE	0.93 F	1.20 BC	1.31 A	0.96 F	1.02 EF	1.35 A	1.14 CD	1.25 AB	1.30 AB	1.28 AB	1.09 DE
	叶(Leaves)	1.54 BCDE	1.12 C	1.45 EF	1.58 BCD	1.38 F	1.49 DE	1.63 B	1.51 CDE	1.74 A	1.48 E	1.45 EF	1.59 BC
	荚皮(Pods)	1.87 B	1.84 BC	1.82 BC	1.85 BC	1.76 C	1.81 BC	1.98 A	1.87 B	1.83 BC	1.90 AB	1.99 A	1.82 BC
鼓粒期 Pod filling stage	株(Whole plants)	1.39 CD	1.15 G	1.29 EF	1.46 ABC	1.26 F	1.35 DEF	1.52 A	1.35 DEF	1.50 AB	1.42 BCD	1.38 CDE	1.40 CD
	根(Roots)	0.74 AB	0.40 F	0.40 F	0.77 A	0.53 DE	0.44 EF	0.80 A	0.42 F	0.58 CD	0.72 AB	0.47 EF	0.66 BC
	茎(Stems)	0.51 E	0.50 E	0.54 DE	0.53 E	0.54 DE	0.64 BC	0.72 AB	0.60 CDE	0.78 A	0.53 E	0.63 BCD	0.57 CDE
	叶(Leaves)	0.66G H	0.82 DE	0.60 H	0.76 EF	0.90 CD	0.71F G	1.13 A	0.96 BC	1.04 AB	0.64 GH	0.79 EF	0.82 DE
成熟期 Ripening stage	荚皮(Pods)	2.12 CD	1.80 H	1.90 G	2.20 C	1.92 FG	1.94 FG	2.58 A	2.01 EF	2.09 DE	2.35 B	2.04 DE	2.07 DE
	粒(Strains)	2.39 BC	2.37 BCD	2.28 D	2.41 B	2.40 BC	2.30 CD	2.43 AB	2.52 A	2.40 BC	2.39 BC	2.43 AB	2.36 BCD
	株(Whole plants)	1.29 G	1.48 ABCD	1.50 ABCD	1.34 FG	1.50 ABCD	1.45 CDE	1.56 AB	1.54 ABC	1.57 A	1.43 DEF	1.38 EFG	1.47 BCDE
	根(Roots)	0.34 BC	0.11 F	0.20 DEF	0.33 BC	0.25 CD	0.23 DE	0.54 A	0.15 EF	0.33 BC	0.33 BC	0.17 DEF	0.39 B
	茎(Stems)	0.34 EF	0.30 F	0.39 DEF	0.39 DEF	0.38 DEF	0.44 CD	0.66 A	0.39 DEF	0.53 BC	0.61 AB	0.42 DE	0.40 DE
	荚皮(Pods)	1.21 DE	1.04 C	0.78 H	1.30 CD	1.00 G	0.86 H	1.63 A	1.05 G	1.32 C	1.46 B	1.08 FG	1.20 EF
	粒(Strains)	1.53 BC	1.53 BC	1.24 D	1.56 BC	1.54 BC	1.48 C	1.68 A	1.58 B	1.57 BC	1.48 C	1.55 BC	1.51 BC
	株(Whole plants)	1.11 CD	1.13 CD	0.94 E	1.14 CD	1.15 CD	1.09 DE	1.32 A	1.21 BC	1.25 AB	1.19 BC	1.17 BCD	1.16 BCD

注: 显著性为 1%, Significant level P< 0.01

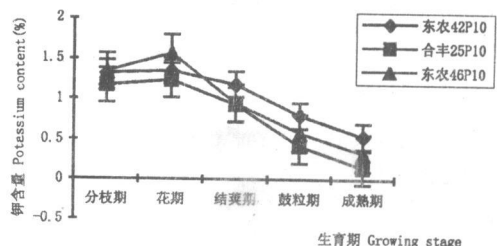
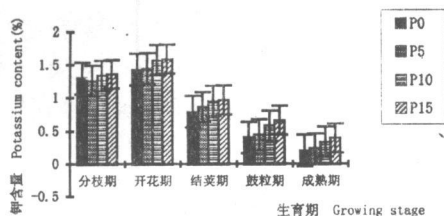


图 3 东农 46 不同磷处理根部钾素含量变化动态
Fig. 3 The potassium content trend in roots of Dongnong 46 with different phosphorus treatments

图 4 三个品种 P_{10} 处理根部钾素含量变化动态
Fig. 4 The potassium content change trend in roots of three cultivars with P_{10} treatment

不同品种不同处理间茎部钾素含量都表现为分枝期至花期逐渐增加, 开花期达到高峰, 然后逐渐下

降至成熟期。从茎部含钾量看, 品种和处理间的最佳组合都是 P_{10} 处理。

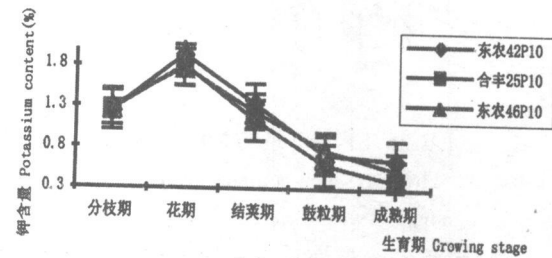
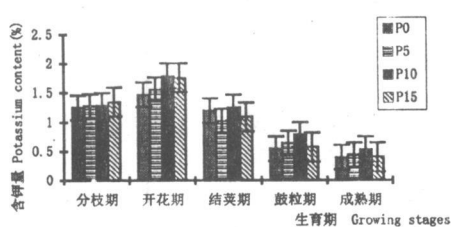


图 5 东农 46 不同磷处理茎部钾素含量变化动态
Fig. 5 The potassium content trend in stems of Dognong 46 with different phosphorus treatments

图 6 三个品种 P_{10} 处理茎部钾素含量变化动态
Fig. 6 The potassium content change trend in stems of three cultivars with P_{10} treatment

2.4 叶片钾素含量变化

同一品种不同处理间叶片钾含量变化不同, 东农 42 在分枝期叶片含钾量随施 P 增加而增加, 花期至成熟期 P_{10} 处理叶片含钾最高, 其次为 P_5 、 P_{15} 、 P_0 处理; 合丰 25 在分枝期和花期叶片含钾量随施磷增加而增加, 结荚期至成熟期为 P_{10} 处理最高, P_{15} 或 P_5 居中, P_0 最少; 东农 46 在分枝期是随施 P 量增加叶片含钾量增加, 从花期开始叶片含 K 量是 $P_{10} > P_{15} > P_5 > P_0$ 处理 (图 7), 三个品种叶片获得较高的含钾量所需施磷量都为 P_{10} 处理, 说明花期前磷对钾的促进作用明显, 花期后适宜的施磷有利于提

高叶片的钾素含量。

同一处理不同品种叶片钾素含量表现为: 以 P_{10} 处理为例, 生育期内始终是东农 42 或东农 46 含钾量高, 合丰 25 叶片含钾量一直处于较低水平 (图 8), 其它处理与 P_{10} 处理含钾量相似, 说明高蛋白品种和高油品种吸钾能力强, 需钾量大于中间型品种。

不同品种不同处理间叶片全钾的含量变化趋势是一致的, 从分枝期到开花期是逐渐增加的, 开花期达到顶峰, 然后逐渐降低至成熟期。从叶片含钾量看, 品种和处理间的最佳组合三个品种都是 P_{10} 处理。

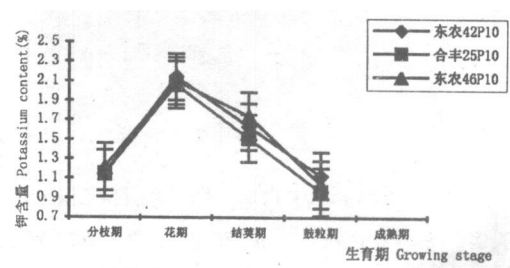
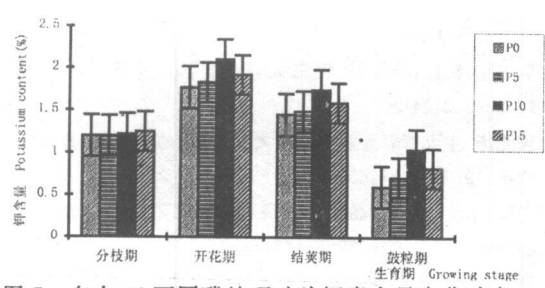


图 7 东农 46 不同磷处理叶片钾素含量变化动态
Fig. 7 The potassium content change trend in leaves of Dongnong 46 with different phosphorus treatments

图 8 三个品种 P_{10} 处理叶片钾素含量变化动态
Fig. 8 The potassium content change trend in leaves of three cultivars with P_{10} treatment

2.5 荚皮钾素含量变化

同一品种不同处理间荚皮中钾素含量表现不

同, 东农 42 荚皮中的全钾含量有明显的规律, 生育期内表现为 $P_{10} > P_{15} > P_5 > P_0$; 东农 46(图 9)与东农 42 具有相同的变化趋势; 合丰 25 荚皮中全钾含量以 P_{15} 最多, 其次为 P_{10} 或 P_5 处理, P_0 处理最少, 从三个品种荚皮中全钾含量变化看, 每个品种都有适宜的施磷量, 高蛋白品种和高油品种荚皮出现最高含 K 量所需 P 素小于中间型品种, 说明不同品种荚皮获得较高 K 含量所需施 P 量是不同的。

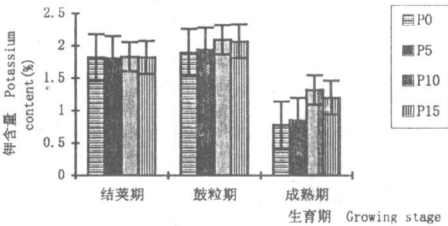


图 9 东农 46 不同磷处理荚皮中钾素含量变化动态

Fig. 9 The potassium content change trend in pods of Dongnong 46 with different phosphorus treatments

2.6 籽粒钾素含量变化

同一品种不同处理间籽粒钾素含量表现为, 东农 42 为 P_{10} 处理籽粒中钾素含量最高, 其次为 P_5 、 P_{15} 、 P_0 处理; 合丰 25 籽粒的全钾含量以 P_{10} 处理最高, 具体表现为: $P_{10} > P_{15} > P_5 > P_0$; 东农 46 与合丰 25 籽粒含钾量具有相同的趋势。由此看出, 三个品种都以 P_{10} 处理籽粒含钾量最高, 并与收获时单株产量和蛋白质含量相适应, 在生产上适量施用磷肥, 有利于促进钾素积累, 形成较高的产量。

同一处理不同品种间籽粒钾素含量基本是东农 42 含量最高, 东农 46 含量最低, 但各品种间差异不显著。

不同品种不同处理间籽粒含钾量在鼓粒期的含量明显高于成熟期, 品种和处理间的最佳组合都是 P_{10} 处理。

3 讨论

李玉颖 (1993)、汪自强 (1996)、Randall (1997)、程光华 (1999)、Casanova (2000)、童学军 (2000)、韩晓增 (2002)、孙世超 (2002) 等人探讨了大豆与氮、磷、钾的关系, 其结果表明: 在大豆生产中氮、磷、钾平衡施肥, 能使大豆的产量和效益同时增加, 但这些研究都集中在单一品种上, 而本研究主要体现在三个不同基因型优质品种。施磷肥对不同大豆品种植株钾的含量有较大影响, 在整个生育期

同一处理不同品种间荚皮中钾素含量表现为: 以 P_5 处理为例, 从结荚期至成熟期是东农 42 荚皮含钾量最高, 其次为东农 46 和合丰 25, 并且东农 46 和合丰 25 差异不明显(图 10)。 P_{10} 或 P_{15} 处理也是东农 42 含钾量最高。

不同品种不同处理间荚皮全钾含量变化趋势是一致的, 从结荚期开始钾的含量逐渐增加, 鼓粒期达到高峰, 随后逐渐下降至成熟期。

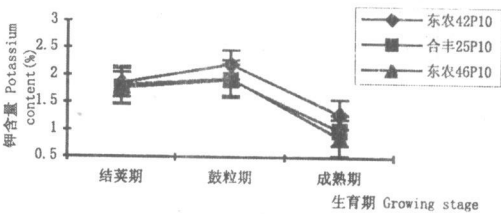


图 10 三个品种 P_5 处理荚皮钾素含量变化动态

Fig. 10 The potassium content change trend in pods of three cultivars with P_5 treatment

中花期和鼓粒期对钾的需求量较大, 而此期正是大豆需肥敏感期, 也是影响产量和品质的关键时期。不同施磷处理对植株及各器官钾素含量有不同影响, 总体上看, 三个品种以 P_{10} 处理植株 K 素含量最高, 从根、茎、叶、荚皮和籽粒含钾量看, 也是适宜的磷有利于获得高含钾量, 三个品种其适宜的施磷水平为 P_{10} 处理。在生产上可以针对不同品种生理需求、需肥特点调整施磷量, 充分发挥优质大豆特性。

本研究还看出不同品质类型品种间磷素水平对钾的吸收有差异。但因每个类型只有 1 个品种、数量尚显不够, 仍待进一步研究。

参 考 文 献

1 汪自强, 董明远. 不同钾水平下春大豆品种的钾利用效率研究 [J]. 大豆科学, 1996, 15(3): 202-207.
2 李玉颖, 梁红, 张东铁. 钾对大豆产量及品质的影响 [J]. 土壤肥料, 1993, 2: 24-26.
3 程光华. 主要营养元素配施对大豆产量的影响 [J]. 吉林农业大学学报, 1999, 21(3): 68-70.
4 丁洪, 李生秀. 大豆品种耐低磷和对磷肥效应的遗传差异 [J]. 植物营养与肥料学报, 1998, 4(3): 257-263.
5 童学军, 严小龙, 李惠珍, 等. 大豆磷效率与形态生理性状的关系 [J]. 福建师范大学学报(自然科学版), 2000, 16(1): 84-88.
6 韩晓增, 王守宇, 刘晓洁. 黑土钾素分布状态与大豆钾肥效应的研究 [J]. 大豆科学, 2002, 21(1): 36-42.
7 Randall GW, Evans SD, Iragavarapu TK. Long-term P and K

Applications; II. Effect on Corn and Soybean Yields and Plant P and K Concentrations[J]. Journal of Production Agriculture. 1997, 10(4): 572- 580

8 Casanova E. Phosphorus and Potassium Fertilization and Mineral Nutrition of Soybean[J] .Interciencia. 2000, 25 (2): 92 - 95

THE EFFECT ON PHOSPHORUS AMOUNT TO POTASSIUM ABSORB
EFFICIENCY OF DIFFERENT SOYBEAN CULTIVARS

Cai Baiyan^{1,2} Ge Jingping¹ Jin Huiyu² Liu Lijun³ Zu Wei³

(1. Heilongjiang University, Harbin, 150080; 2. Heilongjiang East College, Harbin, 150086;
3. Northeast Agriculture University, Harbin, 150030)

Abstract The effect of phosphorus amount on potassium nutrition in each organ and total plant in different soybean cultivars was discussed in this study. The results suggested that there were relatively large effects of phosphorus usage on the potassium accumulation in total plants and each organ. In each species under each treatment, the potassium amounts were gradually increased from branching stage, reached their peak values at flowering stage and decreased till ripening stage. In the same species under each treatment, suitable phosphorus amounts was in favor of the accumulation of potassium. The highest accumulation amounts of potassium in total plants was obtained at P₁₀ treatment in high protein variety and middle variety; but in high oil variety, that of potassium was obtained at P₅, P₁₀, P₁₅ treatments, respectively, indicating that phosphorus usage can help potassium reaching optimum balance, acquiring higher accumulation amounts. In the same treatment with different species, there was no significant difference with potassium accumulation amounts in three species.

Key words Soybean; Phosphorus amount; Potassium content